

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



⑬ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 29 705 A 1**

⑤ Int. Cl. 6:
H 01 L 21/302
B 08 B 3/12
B 08 B 3/04
// B01J 19/10

⑲ Aktenzeichen: 196 29 705.2
⑳ Anmeldetag: 24. 7. 96
㉑ Offenlegungstag: 29. 1. 98

DE 196 29 705 A 1

⑦ Anmelder:

Scheerer, Joachim, Dr., 55130 Mainz, DE;
Grützediek, Hartmut, Dr., 55130 Mainz, DE

⑦ Vertreter:

Schüler, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 60329
Frankfurt

⑦ Erfinder:

gleich Anmelder

⑤ Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von scheibenförmigen Gegenständen, insbesondere Wafern, mit Ultraschall und Wasser als Spülmedium

⑤ Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung von scheibenförmigen Gegenständen, insbesondere Wafern, mit Ultraschall und Wasser als Spülmedium und Kopplungsflüssigkeit zwischen Ultraschall-Geber und zu reinigender Oberfläche, wobei die Scheibe vorzugsweise auf einem Drehteller mittels Vakuum gehalten wird und ein Ultraschall-Geber mit seiner Abstrahlfläche bis auf einen Abstand im Millimeterbereich der zu reinigenden Oberfläche angenähert wird und ein fließender Reinstwasserfilm zwischen der Scheibenoberfläche und der abstrahlenden Geberoberfläche erzeugt wird. Die von der Scheibenoberfläche durch Ultraschall abgelösten Teilchen werden von dem abfließenden Wasser mitgeführt und durch Drehung der Scheibe mit dem Wasser radial nach außen abgeschleudert. Das abgeschleuderte Wasser trifft auf Seitenwände eines Troges und wird spritzwasserfrei abgeführt. Der Größenunterschied zwischen der Geberoberfläche und der zu reinigenden Scheibenoberfläche wird durch relative Bewegung zwischen dem Ultraschall-Geber und der Scheibe ausgeglichen, wobei die Scheibenoberfläche von dem Ultraschall-Geber nach und nach überstrichen wird.

DE 196 29 705 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 11. 97 702 065/228

11/24

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Reinigung von scheibenförmigen Gegenständen, insbesondere Wafern, mit Ultraschall, wobei Wasser als Spülmedium verwendet wird.

Obgleich die Erfindung am Beispiel der Reinigung von Wafern beschrieben wird, wird ausdrücklich bemerkt, daß die Erfindung nicht auf Wafer beschränkt ist, sondern daß auch magnetische und optische scheibenförmige Informationsträger, CD-Scheiben und sogar pharmazeutische Produkte nach dem Verfahren der Erfindung gereinigt bzw. behandelt werden können. Die Erfindung ist auch zur Reinigung von Scheiben geeignet, auf die eine Schutzschicht aufgetragen werden soll, die lochfrei sein muß.

Bei der Halbleiterfertigung müssen vor den verschiedensten Bearbeitungsverfahren Halbleiteroberflächen extrem gereinigt werden, zum Beispiel vor Lithographie-, Lackauftragungs- oder Ionenimplantationsverfahren. Um Waferoberflächen zu reinigen, müssen u. a. Van-der-Waals-Kräfte, die bei auf der Oberfläche haftenden Partikeln mit einem Durchmesser von kleiner als 1 µm erheblich sind, überwunden werden. Wenn solche Partikel mit Ultraschall entfernt werden sollen, werden so hohe Energien benötigt, daß bei den sonst für Reinigungszwecke benutzten niedrigen Frequenzen das kristalline Gefüge der zu reinigenden Wafer gestört würde. Es ist deshalb bereits bekannt, für die Waferreinigung Megasonic-Wellen, d. h. Ultraschall mit Frequenzen von ca. 1 MHz, zu verwenden. Im wesentlichen sind bisher zwei Typen solcher Megasonic-Waferreinigungssysteme bekannt:

1) In einem Tank mit einer Größe, daß ganze Scheiben und sogar ganze handelsübliche Carrier, gefüllt mit mehreren Scheiben, in ein in dem Tank befindliches Tauchbad eingetaucht werden können, werden Megasonic-Wellen am Boden oder an der Seite eingekoppelt, wobei das Tauchbad als Kopplungsmedium für die Ultraschallwellen dient. Dieses Verfahren weist etliche Nachteile auf. Es ist verständlich, daß über das Tauchbad praktisch keine gute Homogenität der Megasonic-Leistung zu erreichen ist. Eine ausreichend hohe Leistungsdichte auf der Scheiben(Wafer)-Oberfläche ist nur mit sehr großen und leistungsstarken Ultraschall-Gebern zu erreichen. Schließlich werden erhebliche Flüssigkeitsmengen benötigt, weil das Tauchbad bei hohen Reinheitsanforderungen häufig ersetzt werden muß, und der Abtransport der losgelösten Partikel erweist sich in einem großen Tauchbad als schwierig.

2) Bekannt ist auch, den Ultraschall vom Geber zu der Wafer-Oberfläche mit Hilfe eines Wasserstrahls zu übertragen. Zu diesem Zweck spritzt eine Düse einen Wasserstrahl, der mit Ultraschallwellen angeregt worden ist, auf die Waferoberfläche. Durch Rotation des Wafers oder Nachführung des Wasserstrahls kann die gesamte zu reinigende Waferoberfläche überstrichen werden. Als Nachteil erweist sich bei diesem Verfahren, daß der durch Ultraschall erregte Wasserstrahl beim Auftreffen auf den Wafer zu Spritzwasserbildung neigt. Da die Waferreinigung in Reinräumen durchgeführt wird, kann keine Spritzwasserbildung geduldet werden. Denn durch Spritzwasser werden benachbarte Bearbeitungsstationen kontaminiert und

außerdem werden Luftfilter für die umgewälzte Luft durch mitgerissene Wassertröpfchen feucht und damit wirkungslos.

Die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Reinigungsverfahren für Wafer mit Ultraschall anzugeben, bei dem Spritzwasserbildung vermieden ist und das somit in Reinräumen durchgeführt werden kann, und bei dem gleichzeitig auch eine im zeitlichen Mittel gute Homogenität der Megasonic-Leistung über den Wafer gegeben ist, auf eine einfache Weise eine hohe Ultraschall-Leistungsdichte erreicht werden kann und der Abtransport durch Ultraschall losgelöster Partikel kontinuierlich erfolgt.

Es versteht sich von selbst, daß eine hohe Reinigungswirkung bei vertretbarer Energieleistung des Ultraschallwellensenders und eine gleichmäßige Energiedichte auf der Waferoberfläche bei vertretbaren Kosten erwünscht sind.

Desweiteren soll auch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens angegeben werden.

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Reinigung von scheibenförmigen Gegenständen mit Ultraschall und Wasser als Spül- und Ankopplungsmedium, dessen Vorteile sich insbesondere bei der Reinigung von Wafern zeigen, und das dadurch gekennzeichnet ist, daß der scheibenförmige Gegenstand, d. h. insbesondere ein Wafer, fest auf einer Unterlage gehalten wird, ein Ultraschallgeber mit seiner Abstrahlfläche bis auf einen Abstand im Millimeterbereich der zu reinigenden Scheibenoberfläche angenähert wird, wobei eine Annäherung von etwa 0,5 bis 5 mm, vorzugsweise 1 bis 2 mm, erfolgt, ein fließender Reinstwasserfilm zwischen der Scheibenoberfläche und der Geberoberfläche erzeugt wird, der von der Scheibenoberfläche durch die Wirkung des Ultraschalls abgelöste Teilchen mit- und von der Scheibenoberfläche abführt und den freien Spalt zwischen Geberoberfläche und Scheibenoberfläche so vollständig ausfüllt, daß er gleichzeitig auch ein Übertragungsmedium für Ultraschallwellen bildet, Ultraschallwellen mit Frequenzen, die für Reinigungszwecke durch Aufbrechen von atomaren und/oder molekularen Bindungen geeignet sind, erzeugt werden und der Größenunterschied zwischen der abstrahlenden Ultraschall-Geberoberfläche und der zu reinigenden Scheibenoberfläche durch eine relative Bewegung zwischen dem Ultraschall-Geber und der Scheibe ausgeglichen wird, bei der die Scheibe und/oder der Geber in einer zu der Scheibenoberfläche parallelen Ebene geführt wird, bis die gesamte zu reinigende Scheibenoberfläche mindestens einmal vollständig überstrichen worden ist.

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird vorzugsweise ein Ultraschall-Geber mit flächiger Abstrahlung verwendet. Typisch wäre eine Geberoberfläche mit einem Durchmesser von wenigen cm, zum Beispiel 3 cm. Der Ultraschall-Geber wird mit geringem Abstand im Millimeterbereich über die Oberfläche der zu reinigenden Scheibe geführt, wobei ein Abstand von 1 bis 2 mm typisch ist. Zur Übertragung der Ultraschallenergie auf die Scheibenoberfläche wird zwischen dem Ultraschallgeber und der Scheibenoberfläche ein Wasserfilm ausgebildet, der ständig erneuert wird und dadurch für den Abtransport losgelöster Partikel sorgt. Dieser Wasserfilm besteht aus Reinstwasser, das beispielsweise vorher durch einen Ionenaustauscher gereinigt worden ist.

Zu bemerken ist, daß die Erfindung nicht nur auf Was-

ser als Spül- und Kopplungsmedium beschränkt ist. Wenn die Reinigung ein anderes Medium erfordert, kann auch eine andere Flüssigkeit verwendet werden, solange diese Flüssigkeit für eine Kopplung der Ultraschallwellen geeignet ist.

Desgleichen ist die Erfindung auch nicht auf runde Scheiben begrenzt, es können auch rechteckige Scheiben oder scheibenförmige Gegenstände mit anderen Umfangsformen gereinigt werden, solange diese so gehalten werden können, daß die Ultraschallgeber-Oberfläche einer planen Fläche gegenüberliegt.

Die Relativbewegung zwischen der Scheibe und dem Geber kann entsprechend dem Anwendungszweck und der Flächenform der zu reinigenden Scheibe beliebig variiert werden. So kann der Ultraschall-Geber über die ihm gegenüberliegende zu reinigende größere Scheibenfläche in Schwenkbewegungen, bei denen seine Halterung an einem Schwenkarm um eine Drehachse geschwenkt wird, oder in XY-Abtastbewegung durch eine Führung der Geberhalterung in zwei linearen Richtungen über die Scheibenoberfläche geführt werden. Wichtig ist, daß bei dieser Führung jeder Punkt der Scheibenoberfläche Ultraschallwellen empfangen hat.

Obgleich die zu reinigende Scheibenoberfläche vertikal oder schräg geneigt angeordnet werden kann, wobei der Wasserfilm durch Schwerkraft nach unten abläuft, wird die Scheibenoberfläche, wenn es sich um die Reinigung von Wafers handelt, vorzugsweise horizontal auf einem Drehteller angeordnet und durch Vakuum festgehalten. Vakuum-Drehteller dieser Art sind aus Lack-Schleuderverfahren bekannt.

In dieser Anordnung kann die gesamte Waferoberfläche auf verschiedene Weise vom Ultraschall-Geber überstrichen werden.

In einer Ausführungsform wird der Ultraschall-Geber mittels eines Schwenkarmes über den auf einem Vakuumtisch rotierenden Wafer bewegt. Dabei wird das Wasser über einen Wasserzufluß vorzugsweise vor dem Ultraschallgeber so zugegeben, daß es von dem sich drehenden Wafer unter den Ultraschall-Geber mitgenommen wird, so daß das Wasser den Zwischenraum zwischen dem Ultraschall-Geber und der Oberfläche des Wafers möglichst vollständig ausfüllt. Dadurch ist eine fast vollständige Leistungskopplung zwischen dem Ultraschall-Geber und der gegenüberliegenden Oberfläche des Wafers gegeben.

Das durch den Wasserzufluß auf die Waferoberfläche gerichtete Wasser fließt über den äußeren Rand des Wafers ab. Durch die Drehung des Wafers entsteht eine Schleuderbewegung, bei der das abfließende Wasser durch die Zentrifugalkraft am Waferrand radial nach außen abläuft.

Der Vakuum-Drehteller wird vorzugsweise in einem Gehäuse mit zylindrischen Seitenwänden angeordnet, bei dem der obere Rand der Seitenwände oberhalb der Waferoberfläche hochragt und das von dem Wafer abgeschleuderte Wasser auffängt und zum Boden des Gehäuses ableitet. Durch einen Abfluß am Boden des Gehäuses wird das Wasser aus dem Reinraum, in dem sich die gesamte Vorrichtung befindet, abgeleitet.

Die Bewegung des Ultraschall-Gebers kann mit ähnlicher Wirkung mit einer Linearführung an Stelle der Schwenkung mittels eines Schwenkarmes durchgeführt werden.

Unabhängig davon, ob der Ultraschall-Geber in einer Schwenkbewegung oder in einer Linearführung über den Arbeitsbereich auf der Waferoberfläche geführt wird, ist eine Ruheposition für den Ultraschall-Geber

vorgesehen, in die er gebracht wird, wenn der Wafer auf den Drehteller aufgelegt oder von diesem entnommen wird. Die Ruheposition befindet sich außerhalb des Waferbereichs.

Wenn, wie vorstehend beschrieben, der Vakuum-Drehteller innerhalb eines vorzugsweise zylindrischen Gehäuses mit hochgezogenem Rand angeordnet ist, enthält die Vorrichtung zum Schwenken oder für die Linearführung vorzugsweise außerdem eine Hubeinrichtung, mit der der Ultraschall-Geber bis über den oberen Rand des Gehäuses angehoben und aus dem Waferbereich in die Ruheposition geschwenkt oder geführt wird. Auf diese Weise kann das Gehäuse, in dem sich der Vakuum-Drehteller befindet, relativ klein gehalten werden und den Vakuum-Drehteller relativ eng umschließen. Dadurch wird jegliches Entstehen von Spritzwasser vermieden.

Das Auflegen eines Wafers auf den Vakuum-Drehteller geschieht, während sich der Ultraschall-Geber außerhalb des Waferbereichs auf einer Ruheposition befindet, unter der vorzugsweise ein Tropfenfänger angeordnet ist. Nach Ablegen des zu bearbeitenden Wafers wird der Ultraschall-Geber mit Hilfe der beschriebenen Hub-/Drehvorrichtung von seiner Ruheposition über den Waferbereich geführt und auf die Waferoberfläche bis in den Millimeterbereich abgesenkt. Für den Reinigungsvorgang selbst wird dann der Ultraschall-Geber in seinem Arbeitsbereich um den Arbeitswinkel geschwenkt bzw. entlang einer Arbeitsstrecke hin- und herbewegt, während sich der Wafer unter ihm auf dem Drehteller dreht.

Nach der Ultraschallreinigung der Waferoberfläche wird der Ultraschall-Geber wieder in die Ruheposition gebracht. Überschüssiges Wasser auf der Waferoberfläche kann durch Abschleudern entfernt werden.

Ein wesentliches Merkmal der Erfindung ist die Ausbildung eines Wasserfilmes zwischen der Ultraschall-Geberoberfläche und der Waferoberfläche, um eine optimale Leistungskopplung der Ultraschallenergie zu bewirken. Der Wasserzufluß öffnet sich in nächster Nähe des Ultraschall-Gebers und richtet die Wasserströmung auf die Waferoberfläche. Der Wasserzufluß kann auf verschiedene Weise ausgebildet sein. Er kann beispielsweise ringförmig den Ultraschall-Geber umgeben. Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, den Wasserzufluß als kanalartiges Röhrchen auszubilden, daß am äußeren Ende des Schwenkarmes neben dem Ultraschall-Geber angebracht ist und im wesentlichen rechtwinklig zu der Waferoberfläche verläuft. Durch die Drehbewegung der Waferoberfläche wird das austretende Wasser unter den Ultraschall-Geber mitgeführt, wobei eine gewisse Stauung unter dem Ultraschall-Geber auftritt, so daß der Zwischenraum zwischen Geberoberfläche und Waferoberfläche mit Wasser ausgefüllt ist.

Eine leichte Schrägstellung der unteren planen Oberfläche des Ultraschall-Gebers zur Bewegungsrichtung des Wafers hin unterstützt noch die Auffüllung des Zwischenraums zwischen Ultraschall-Geber und der Oberfläche des Wafers.

Die Erfindung gibt auch eine Vorrichtung zur Reinigung von Wafers mit Ultraschall und Wasser als Spül- und Kopplungsmedium an, die in Anspruch 7 beschrieben ist.

Vorteilhafte Ausführungsformen dieser Vorrichtung sind in den Ansprüchen 8 bis 13 angegeben.

Die im vorstehenden beschriebene Erfindung weist die folgenden Vorteile auf:

Auf der Waferoberfläche kann auf einfache Weise eine sehr hohe Ultraschall-Leistungsdichte erreicht werden.

Der Abtransport durch Ultraschall losgelöster Partikel erfolgt kontinuierlich.

Der Reinigungsvorgang erfolgt praktisch ohne Tröpfchen- bzw. Spritzwasserbildung. Dies ist in lokalen Reinräumen wichtig, da somit die Gefahr vermieden wird, daß Luftfilter durch mitgerissene Wassertröpfchen durchfeuchtet und damit wirkungslos werden. Auf diese Weise wird Kontamination nahegelegener Bearbeitungsstationen weitestgehend vermieden. Dies ist insbesondere wichtig, wenn Fotolack aufgetragen werden soll, da Fotolack durch Wasser beschädigt wird.

Die Reinigung der Waferoberfläche erfolgt gleichmäßig, weil die Scheibenoberfläche vom Ultraschall-Geber mit jeweils gleicher Energiedichte/Flächeneinheit überstrichen wird.

Das erfindungsgemäße Reinigungsverfahren läßt sich in bestehende Fertigungsprozesse, bei denen die Scheiben rotieren, gut einbinden, wie zum Beispiel in Fotolack-Schleuder-Verfahren.

Im folgenden wird die Erfindung durch Ausführungsbeispiele anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Vorrichtung gemäß der Erfindung und

Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung.

In der in Fig. 1 schematisch dargestellten Vorrichtung können Wafer mit Ultraschall in Reinräumen gereinigt werden, wobei Wasser als Spülmedium und Koppelungsflüssigkeit zwischen einem Ultraschallgeber 2 und der zu reinigenden Oberfläche eines Wafers 4 verwendet wird. Reines Wasser, das beispielsweise durch Entionisieren hergestellt worden ist, strömt durch einen Wasserzufluß 3 in der Nähe des Ultraschall-Gebers 2 in Richtung auf die Oberfläche des Wafers 4 und bildet einen Wasserfilm zwischen dem Ultraschall-Geber und dem Wafer. Das Wasser strömt über den Rand des Wafers ab und sammelt sich in einem trogartigen Gehäuse 10, wo es am Boden durch einen Abfluß 11 abgelassen wird.

Der Wafer 4 ist auf einem Drehtisch angeordnet und wird durch Vakuum fest in seiner Lage gehalten. Dieser Vakuum-Drehtisch 5 ist über eine erste vertikale Welle 7 mit einem Schleudermotor 6 verbunden und wird durch diesen Motor zur Drehung angetrieben.

Diese Schleudervelle 7 ist hohl und enthält eine Vakuumleitung, die über eine (nicht dargestellte) Drehkupplung nach außen zu einer Vakuumpumpeneinrichtung geführt ist.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf die Vorrichtung, aus der ersichtlich ist, daß das Gehäuse 10 den Wafer 4 im wesentlichen konzentrisch umgibt. Das Gehäuse 10 weist im dargestellten Ausführungsbeispiel eine zylindrische Seitenwand auf, deren oberer Rand 12 nach innen geneigt ist und sich oberhalb der Waferebene befindet und dadurch eine Aufprallfläche für das von dem Wafer abfließende oder abgeschleuderte Wasser bildet. Diese Seitenwand des Gehäuses 10 fängt praktisch das gesamte verbrauchte Spülwasser auf, so daß unter anderem wegen ihres nach innen geneigten Randes 12 kein Wasser in den die Vorrichtung umgebenden Raum gelangen kann.

Der Ultraschall-Geber 2 ist am Ende eines Schwenkarmes 1 befestigt, der seinerseits über eine zweite verti-

kale Welle mit einer Hub- und Drehvorrichtung 8 verbunden ist und um diese zweite vertikale Welle verschwenkt werden kann. Fig. 2 zeigt, wie der Schwenkarm 1 aus einer Ruheposition über einem Tropfenfänger 9 außerhalb des Gehäuses 10 in den Arbeitsbereich über dem Wafer 4 geschwenkt wird. Im Arbeitsbereich führt der Schwenkarm 1 eine Hin- und Herbewegung über eine Länge aus, die etwa dem Radius des Wafers 4 entspricht. Während der Schwenkarm 1 so hin- und herbewegt wird, dreht sich unter ihm der Wafer 4. Dadurch treffen Ultraschallwellen von dem Ultraschall-Geber 2 nach und nach auf allen Bereichen der Waferoberfläche auf.

Der Ultraschall-Geber hat eine Abstrahlfläche, die etwa 3 cm im Durchmesser ist. Da die Ultraschallwellenleistung durch die gute Ankopplung über den Wasserfilm fast verlustfrei ausgenutzt werden kann, kann schon eine Leistung von 2 Watt, also eine Flächenleistung von etwa 0,3 Watt/cm² bei einer Frequenz um 1 MHz ausreichend sein, um die Verunreinigungspartikel auf der Waferoberfläche abzulösen.

Um einen den Zwischenraum zwischen dem Ultraschall-Geber und der Waferoberfläche vollständig ausfüllenden Wasserfilm zu erzeugen, wird die Ultraschall-Geberoberfläche bis auf 1—2 mm an die Waferoberfläche herangebracht. Der Schwenkarm 1 kann entsprechend fein geregelt über die Hub-/ Drehvorrichtung 8 abgesenkt werden.

Die Drehgeschwindigkeit des Vakuum-Drehtisches 5, die Hin- und Herschwenkbewegung des Schwenkarmes 1 über dem Arbeitsbereich der Waferoberfläche, die Hubbewegung der Hub- und Drehvorrichtung 8, die Reinstwasserzufuhr durch den Wasserzufluß 3 und die Abstrahlungsdauer und -intensität der Ultraschallwellen werden durch eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung koordiniert und gesteuert. Die Parameter der Steuerung können sich von Anwendung zu Anwendung ändern.

Es hat sich gezeigt, daß die Reinigung der Waferoberfläche so effektiv ist, daß der gewünschte Reinigungsgrad schon erreicht sein kann, wenn der Ultraschall-Geber 2 die Oberfläche des Wafers 4 zwei bis einige Male vollständig überstrichen hat. Danach wird der Schwenkarm 1 durch die Hub- und Drehvorrichtung 8 angehoben und über den oberen Rand des Gehäuses 10 in seine Ruheposition über dem Tropfenfänger 9 zurückgeschwenkt. Auf der Waferoberfläche verbliebenes Wasser wird durch schnelle Waferumdrehungen von bis zu 100 Umdrehungen/ Sekunde abgeschleudert. Danach kann der Wafer 4 von dem Vakuum-Drehtisch 5 abgehoben und einem weiteren Bearbeitungsschritt zugeführt werden. Die durch Pfeile in Fig. 2 dargestellte Schwenkbewegung des Ultraschall-Gebers 2 am Ende des Schwenkarmes 1 kann in einer (nicht dargestellten) anderen Ausführungsform durch eine lineare Hin- und Herbewegung ersetzt werden. In diesem Fall wird die Hub- und Drehvorrichtung 8 durch eine Hub- und Transversalverschiebungsvorrichtung ersetzt.

In einer anderen alternativen Ausführungsform, die nicht dargestellt ist, wird statt des Schwenkarmes 1 ein Haltearm verwendet, an dessen Ende der Ultraschall-Geber und ein Wasserzufluß in ähnlicher Weise wie bei dem in Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiel angebracht ist. Dieser Haltearm wird zweifach linear in x- und y-Richtung verschoben, und kann auf diese Weise ebenfalls einen flächigen Bereich eines zu reinigenden scheibenförmigen Gegenstandes überstreichen. Diese Anordnung ist insbesondere dann geeignet, wenn nicht

runde Scheiben sondern rechteckige Scheiben gereinigt werden sollen. Dabei kann die Scheibe auch senkrecht oder schräg gehalten werden und unbewegt bleiben. Der Haltearm für den Ultraschallgeber muß dann in einer Ebene zweifach linear geführt werden, die parallel vor der zu reinigenden Scheibenoberfläche verläuft. Der Wasserzufluß wird in diesem Fall oberhalb des Ultraschall-Gebers an dem Haltearm angebracht, so daß sich der Wasserfilm durch das nach unten laufende Wasser ausbildet. Um den Zwischenraum zwischen dem Ultraschall-Geber und der Scheibenoberfläche möglichst vollständig mit Wasser auszufüllen, können neben dem Ultraschall-Geber Wasserführungsvorsprünge ausgeformt werden. Außerdem unterstützt eine Schrägstellung des Ultraschall-Gebers relativ zu der Scheibenoberfläche ein Stauen des oberhalb des Ultraschall-Gebers austretenden Wasserstromes. Verbrauchtes Wasser läuft auf der senkrechten oder schrägen Scheibenoberfläche nach unten ab. Spritzwasser kann auch in diesem Fall durch Anordnen der Vorrichtung in einem trogartigen Gehäuse mit seitlichen Prallwänden vermieden werden.

In der in den Fig. 1 und 2 dargestellten bevorzugten Ausführungsform der Reinigungsvorrichtung gemäß der Erfindung für Wafer ist der Ultraschall-Geber 2 relativ zu der Oberfläche des Wafers 4 leicht derart schräg gestellt, daß die Drehung des Wafers 4 durch einen Mitführeffekt das aus dem Wasserzufluß 3 austretende Wasser in den Zwischenraum zwischen dem Ultraschall-Geber 2 und der Oberfläche des Wafers aufstaut und somit die Auffüllung des Zwischenraumes unterstützt.

Zu bemerken ist, daß die beschriebene Vorrichtung der Erfindung nicht auf bestimmte Waferdurchmesser beschränkt ist. Das Prinzip der Erfindung kann bei beliebigen realistischen Wafergrößen angewendet werden, indem die Abmessungen des Vakuum-Drehtisches 5, des Gehäuses 10 und des Schwenkarmes 1 gegebenenfalls maßstabsgerecht anderen Dimensionen des Wafers angepaßt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von scheibenförmigen Gegenständen, insbesondere Wafers, mit Ultraschall und Wasser als Spülmedium, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe fest auf einer Unterlage gehalten wird, ein Ultraschall-Geber mit seiner Abstrahlfläche bis auf einen Abstand im Millimeter-Bereich (vorzugsweise 1 bis 2 mm) der zu reinigenden Scheibenoberfläche angenähert wird, ein fließender Reinstwasserfilm zwischen der Scheibenoberfläche und der Geberoberfläche erzeugt wird, der von der Scheibenoberfläche abgelöste Teilchen mit- und von der Scheibenoberfläche abführt und den freien Spalt zwischen Geberoberfläche und Scheibenoberfläche so vollständig ausfüllt, daß er gleichzeitig auch ein Übertragungsmedium für Ultraschallwellen bildet, Ultraschallwellen mit Frequenzen, die für Reinigungszwecke durch Aufbrechen von atomaren und/oder molekularen Bindungen geeignet sind, erzeugt werden und der Größenunterschied zwischen der abstrahlenden Ultraschall-Geberoberfläche und der zu reinigenden Scheibenoberfläche durch eine relative Bewegung zwischen dem Ultra-

schall-Geber und der Scheibe ausgeglichen wird, bei der die Scheibe und/oder der Geber in einer zu der Scheibenoberfläche parallelen Ebene geführt wird, bis die gesamte zu reinigende Scheibenoberfläche mindestens einmal vollständig überstrichen worden ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der scheibenförmige Gegenstand ein Wafer ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Wafer horizontal auf einem Drehteller mittels Vakuum gehalten wird, der Ultraschall-Geber an einem beweglichen Schwenkarm befestigt ist und durch einen an dem Ultraschall-Geber angebrachten und mitgeführten Wasserzufluß ein Reinstwasserstrom direkt auf die Waferoberfläche gerichtet wird und das Wasser über den äußeren Rand des Wafers abfließt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehgeschwindigkeit des Drehtellers, die Frequenz der Hin- und Herschwenkbewegung des Schwenkarmes mit dem Ultraschall-Geber, die abstrahlende Fläche des Ultraschall-Gebers, die zu reinigende Oberfläche des Wafers und die Schwenkarmlänge so koordiniert werden, daß eine im zeitlichen Mittel gute Homogenität der Megasonic-Leistung über den Wafer gegeben ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehrichtung des Drehtellers so gewählt wird, daß der aus dem Wasserzufluß austretende Wasserstrom durch die Drehbewegung des Drehtellers in den Bereich, über dem sich der Geber befindet und der gerade mit Ultraschall behandelt wird, mitgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehgeschwindigkeit des Drehtellers hinreichend hoch gewählt wird, damit ein Schleudereffekt für das Wasser auftritt, durch den das Wasser radial nach außen über den Rand des Wafers geschleudert wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die abstrahlende Fläche des Ultraschall-Gebers gegen die Waferoberfläche leicht so geneigt ist, daß der Abstand zur Waferoberfläche am Wasserzufluß etwas größer als am entgegengesetzten Ende ist, um durch eine Stauung des aus dem Wasserzufluß austretenden Wassers vor der Geberoberfläche eine gute Ultraschallwellenkopplungs- und Übertragung zu bewirken.

7. Vorrichtung zur Reinigung von Wafers mit Ultraschall und Wasser als Spülmedium, gekennzeichnet durch

einen Vakuumtisch (5), auf dem ein Wafer (4) in horizontaler Lage mittels Vakuum gehalten werden kann, wobei der Vakuumtisch (5) über eine erste, vertikale Welle und eine Drehkupplung mit einem Motor (6) verbunden ist und mit dem durch Vakuum auf ihm gehaltenen Wafer (4) zur Drehung um die erste Welle antreibbar ist, einen Ultraschallwellensender, dessen Ultraschallwellen-Geber (2) an einem Schwenkarm (1) so befestigt ist, daß die Ultraschallwellen emittierende Geberoberfläche zu der zu reinigenden Waferoberfläche hin gerichtet ist, wobei der Schwenkarm (1) über eine zweite vertikale Welle mit einer Hub- und Drehvorrichtung (8) verbunden ist, die den Schwenkarm (1) einerseits um die zweite Welle als Drehachse schwenkt und andererseits in Richtung der zweiten Welle hebt und senkt;

einen Wasserzufluß (3), der durch den Schwenkarm (1) geleitetes Reinstwasser an den Ultraschallwellen-Geber (2) führt und sich in der Nähe der Geberoberfläche öffnet, um einen Wasserstrom auf die Waferoberfläche zu richten und einen Wasserfilm zwischen Geberoberfläche und Waferoberfläche auszubilden, und

eine Steuereinrichtung, die (a) die Drehgeschwindigkeit des Vakuumschwenktisches (5), (b) die Hin- und Herschwenkbewegung des Schwenkarmes (1), (c) die Hubbewegung der Hub- und Drehvorrichtung (8), mit der der Schwenkarm (1) angehoben und abgesenkt wird, (d) die Reinstwasserzufuhr durch den Wasserzufluß (3) und (e) die Abstrahlungsdauer- und intensität der Ultraschallwellen steuert.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Vakuumschwenktisch (5) in einem trogartigen Gehäuse (10) angeordnet ist, dessen oberer Rand oberhalb der Waferoberfläche hochragt und das von dem Wafer abgeschleuderte Wasser auf- fängt und zum Boden des trogartigen Gehäuses ableitet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwenkarm (1) durch die Hub- und Drehvorrichtung (8) aus einer Ruhestellung angehoben, über den Rand des Gehäuses (10) geschwenkt und im inneren Bereich des Gehäuses (10) über dem Wafer (4) in einem Arbeitsbereich abgesenkt wird, bis sich die Ultraschall-Geberoberfläche dicht über der Waferoberfläche befindet, und dann in dem vorgegebenen Arbeitsbereich hin- und hergeschwenkt wird.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Arbeitsbereich einen Schwenkwinkel umfaßt, der einer Bewegung des Ultraschall-Gebers über die Länge etwa des Radius des Wafers entspricht.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Wasserzufluß (3) ein kanalartiges Röhrchen ist, das am äußeren Ende des Schwenkarmes (1) neben dem Ultraschall-Geber (2) angebracht ist und im wesentlichen rechtwinklig zu der Waferoberfläche verläuft.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die abstrahlende Oberfläche des Ultraschall-Gebers (2) gegen die Waferoberfläche etwas geneigt ist, wobei der Abstand zwischen Geberoberfläche und Waferoberfläche nahe des Wasserzuflusses (3) größer als an der Seite zur Schwenkachse hin ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das trogartige Gehäuse (10) an seiner Oberkante mit einem nach innen geneigten Rand (12) versehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 1

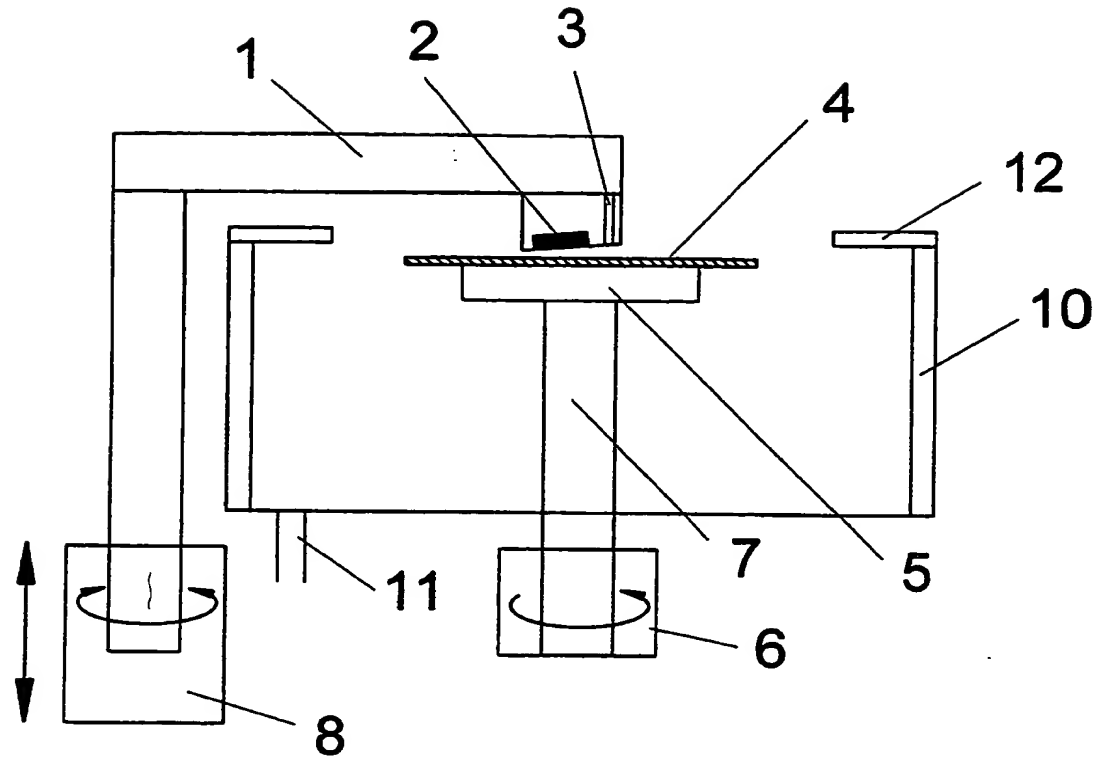


Fig. 2

